

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-53118

(43) 公開日 平成9年(1997)2月25日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 1 D 8/02		9270-4K	C 2 1 D 8/02	A
C 2 2 C 38/00	3 0 1		C 2 2 C 38/00	3 0 1 W
38/28			38/28	

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願平7-208911	(71) 出願人	000002118 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(22) 出願日	平成7年(1995)8月16日	(72) 発明者	長道 常昭 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
		(72) 発明者	小松原 望 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 森 道雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 高ヤング率熱延鋼板の製造方法

(57) 【要約】

【課題】自動車、家電製品等を使用される、とくに圧延方向に直角な板幅方向のヤング率が高い熱延鋼板の製造方法の提供。

【解決手段】重量割合にて、C : 0.05%以下、Mn : 0.05~0.9%、Siとsol. Alの合計量 : 0.3~2.0%、Ti : 0.20%以下、Nb : 0.20%以下、Zr : 0.20%以下、V : 0.50%以下、Mo : 1.0%以下、Cr : 2.0%以下、およびB : 0.0050%以下を含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなる鋼に、Ar₃点~550℃における合計圧下率が60%以上の圧延を施すことを特徴とする圧延直角方向のヤング率が高い熱延鋼板の製造方法。

【特許請求の範囲】

【請求項1】重量割合にて、C：0.05%以下、Mn：0.05～0.9%、Siとsol.Alの合計量：0.3～2.0%、Ti：0.20%以下、Nb：0.20%以下、Zr：0.20%以下、V：0.50%以下、Mo：1.0%以下、Cr：2.0%以下、およびB：0.0050%以下を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなる鋼に、 A_{r_3} 点～550℃における合計圧下率が60%以上の圧延を施すことを特徴とする圧延直角方向のヤング率が高い熱延鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車、家電製品、建設用機械、鋼構造物などに使用される鋼板において、とくに圧延方向に直角の板幅方向のヤング率が高い熱延鋼板を得る製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、自動車等に使用される鋼板において、燃費向上や省エネルギーの観点から、高強度化して板厚を薄くすることによる軽量化が進められてきた。この強度上昇は、その薄くした鋼板を用いた部品に応力が加わった時の、塑性変形や破壊に関して有効な対策である。ところが、例えば、パネル部品などで板厚をうすくすると、面に垂直な応力が加わった時のたわみの量は大きくなってくるため、強度向上による鋼板の板厚低減には限度があった。

【0003】この面形状部品のたわみに対する抵抗力、すなわち張り剛性（G）は、鋼板の引張り強度とは無関係であって、下記の式①に示されるように鋼板の面に平行な方向の縦弾性係数、またはヤング率（E）と、板厚（t）の3乗との積で決る。

【0004】

$$G = E \times t^3 \quad \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

鋼のヤング率は、通常、どんな鋼であってもほぼ一定で、約210000 N/mm²である。したがってパネル部品の張り剛性を維持するためには、板厚を薄くするわけにはいかない。これに対し、もし鋼板のヤング率を高めることができれば、その板厚をさらに薄くできる。

【0005】このように、ほぼ一定と考えられてきた鋼のヤング率を少しでも高めようとする製造方法が、鋼板において検討されている。たとえば、特公昭62-4448号公報には、C含有量を0.03%以下とした鋼により、 A_{r_3} 温度以下での累積圧下率を10～60%として圧延し、450～720℃にて巻取る製造方法の発明が提示されている。これは、鋼板全面のヤング率を高くするのではなく、圧延方向に対して垂直の幅方向のヤング率だけを高める方法である。この圧延方向に垂直な方向だけ高くなる理由として、上記公報では112°<110°方位が発達するためと説明している。またこの製造方法の変形抵抗が増加する A_{r_3} 温度以下での圧延に対し、特開平5-2475

30号公報では、Mnを高くしNbを添加した鋼にて仕上げ圧延開始温度を950℃以下、仕上げ圧延終了温度を〔（ A_{r_3} - 50）～（ A_{r_3} + 100）〕℃として、変態点以下の圧延加工度を低減する製造方法が開示されている。

【0006】多くの金属は、その単結晶でヤング率を調べると<111>結晶軸方向が最高で、<100>結晶軸方向が最低の値を示す。鉄の場合も、<111>軸方向が284200 N/mm²で最高値を示し、<100>結晶軸方向が最小値の132300 N/mm²である。通常、一般の製造方法による鋼板は微細な金属結晶からできており、その上、板の面に平行な方向で見ると、その各結晶の軸方向がランダム化しているのではば一定の平均化されたヤング率を示す。これに対して、もし各結晶の<111>軸が板面と平行であるような優先方位の集合組織を有する鋼板にすることができれば、ヤング率の高い鋼板になる可能性がある。

【0007】しかしながら、フラットロールを用いてコイルを圧延する通常の鋼板の熱間や冷間の圧延方法においては、<111>軸が板面と平行となる集合組織を形成させることは容易でなく、唯一の可能性のある集合組織としては112°<110°方位がある。この方位を発達させることができれば、圧延方向に垂直である幅方向に対して<111>軸が平行に向いた結晶粒が多くなり、幅方向だけでもヤング率が向上できると考えられる。上記公報の発明の方法は、この方位を発達させようとしたものである。

【0008】鋼板の幅方向だけでも安定してヤング率を高くすることができれば、所要部品の長軸方向が素材鋼板の幅方向になるようにして用いることにより、その剛性を高めることができる。さらに、パネル形状ばかりでなく、断面形状が溝形やハット形になる自動車の足回りなどの構造用部品を成形する場合、部品の長さ方向を板幅方向に選べば、より一層の剛性向上が実現できる。

【0009】ヤング率としては、理想的には前記の鉄の単結晶の284200 N/mm²にかなり近いところまで高められ得るであろうが、現状の鋼板ではまだ平均の約210000 N/mm²から若干向上した程度であり、実際の部品の製造において鋼板をさらに薄くできるまでには至っていない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】自動車などにおいて総重量の低減に、使用鋼板を高強度化してその板厚を薄くしようとする場合、通常、鋼のヤング率はほぼ一定なので、張り剛性を維持するために板厚低減には限度がある。本発明はこの限度を拡張しようとする目的で、板の幅方向だけではあるが、鋼板のヤング率を大きく向上させる製造方法を提供するものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】鋼のヤング率を向上させ

る金属学的要因はいくつか考えられる。例えば、素地の弾性を低下させる溶質原子周辺の内部歪みを少なくするために、溶質原子、すなわち添加元素や不純物元素をできるだけ少なくするとか、同様な理由で加工歪みを少なくするために、焼鈍ままないしはその状態に近づけるとか、あるいは転位が動くと弾性率が下るので、微細析出物を増やし転位の動きを妨害することなどである。しかしながら、これらのヤング率向上の効果は小さく、強度を要求され、かつ冷間加工したままで使用されることの多い部品では、それらの効果を活用するのは困難である。そうなることとえ板面内の一方向であるとしても、やはり圧延での集合組織制御によって、ヤング率を向上させることが最も実現の可能性が高い。

【0012】本発明者らはこのような観点から、熱間圧延による高ヤング率鋼板の製造を目的とし、種々の成分の鋼を用いて集合組織を変えることを狙いとする熱間圧延方法の検討をおこなった。その結果、フェライト

(α) 相の高温域での圧延加工は板幅方向のヤング率(E_c)を高くするのに必須ではあるが、さらにC量を低く、Si量またはAl量を高くし、その上で圧下率を高くすることにより、そのレベルの向上が顕著になることを知って、本製造方法の発明に至ったのである。

【0013】本発明方法の要旨とするところは、重量割合にて、C:0.05%以下、Mn:0.05~0.9%、Siとsol.Alの合計量:0.3~2.0%、Ti:0.20%以下、Nb:0.20%以下、Zr:0.20%以下、V:0.50%以下、Mo:1.0%以下、Cr:2.0%以下、およびB:0.0050%以下を含有し、残部がFeおよび不可避の不純物からなる鋼に、 A_{r_3} 点~550℃における合計圧下率が60%以上の圧延を施すことを特徴とする圧延直角方向のヤング率が高い熱延鋼板の製造方法である。

【0014】なお、このような比較的低温の変形抵抗の大きい温度域にて、大きな圧下の熱間圧延をおこなうので、必要に応じ、潤滑剤を用いたり、圧延途中の再加熱、すなわちスタンド間での通電、電磁誘導、ガスバーナーによる加熱、またはその他の方法を適用してもよい。得られた鋼板は、通常の調質圧延や酸洗等の処理工程にて熱延鋼板としての製品とするが、さらに溶融亜鉛メッキ処理、合金化溶融亜鉛メッキ処理、電気メッキ処理、有機被覆コーティング等をおこなってもよい。

【0015】

【発明の実施の形態】

(A) 化学組成について

(1) C

本発明においては、 A_{r_3} 点温度($\gamma \rightarrow [\alpha + \gamma]$ 変態温度)未満のフェライト域(正確には $[\alpha + \gamma] \sim \alpha$ 域、炭素が低い場合は A_{r_3} 点を下回ると大半がフェライト相になるので以下フェライト域または α 域と記す)で60%以上の圧延加工を行う必要がある。C含有量を低減すれば A_{r_3} 点が高くなり、 A_{r_3} 点以下の圧延を高

温度でおこなうことができ、高圧下率の圧延が容易になる。このように E_c を高める目的に対してはCの含有はなくてもよい。一方、鋼板の引張強さを高めるにはC含有量は多い方がよいが、その量が0.05%を超えると、 A_{r_3} 点が大きく低下してくるので、変形抵抗の大きい低温域で強圧下圧延を行わなければならない、圧延ミルの能力の観点から好ましくない。従って、C量を0.05%以下に限定した。

【0016】(2) Mn

MnはSによる熱間脆性防止や、鋼の強化あるいは靱性の向上のため含有させる。しかし、鋼の $\gamma \rightarrow \alpha$ 変態を遅らせるので、熱間圧延工程で A_{r_3} 点以下の圧下率を大きくしようとする本発明の場合には、多く含むと加工温度域が狭くなって不利になる。そこで、少なくとも0.05%以上含有させるが、上限は0.9%とする。

【0017】(3) SiとAl

SiおよびAlは、どちらも健全な鋳片を得るための鋼の脱酸に用いられる元素であるが、これらの元素を通常使用されるより多く含有させ、 A_{r_3} 点以下の温度域での圧下率を大きくすれば、 E_c を大きく向上させることができる。その効果がもたらされる理由は十分明らかではないが、一つには A_{r_3} 点を高くするので A_{r_3} 点以下での圧下率を大きくできることと、さらには圧延による集合組織が変ることによっていると考えられる。

【0018】このような効果を得るためには、SiとAl(酸可溶Alまたはsol.Al)の合計の含有量が0.3%以上でなければならない。しかし2.0%を超えて含有させても効果が飽和するばかりでなく、鋼板の表面疵が増加したり、化成処理性を劣化させたりする害が顕在化してくる。そこで、SiとAlの合計の含有量を0.3~2.0%に限定する。

【0019】(4) Ti、Nb、Zr、V、Mo、CrおよびB

これらの元素の含有は、本発明方法の目的である E_c の向上に対しては直接関係せず、添加しなくてもよいが、いずれも強度向上の効果があり、元素によっては靱性の向上効果もあるので、必要に応じ含有させる。含有させる場合、Ti:0.20%以下、Nb:0.20%以下、Zr:0.20%以下、V:0.50%以下、Mo:1.0%以下、Cr:2.0%以下、およびB:0.0050%以下とする。上限を規制するのは、これらの限界を超えて含有させると、必要以上の硬度上昇や靱性劣化をきたすためである。また含有させる場合、添加の効果を発現するには、Bを除き、いずれの元素も0.005%以上が望ましい。Bの場合、望ましいのは0.0003%以上である。

【0020】(5) 不可避的不純物

鋼に混入してくる不可避的不純物元素の代表的なものは、P、S、N等であるが、これら不純物元素は鋼の靱性や加工性を劣化させるので、少なければ少ないほどよい。これら例示した3元素についていえば、目立った悪

影響をおよぼさない限界として望ましいのは、それぞれPは0.03%以下、Sは0.02%以下、Nは0.01%以下である。

【0021】(B)製造条件について

上記の鋼を用いた、Ecの顕著な改善には、Ar₃点以下のα域温度での大きな圧下率の圧延加工が重要である。後述の実施例1に、Ar₃点～550℃のα域にて圧下率を種々変えた場合の製品鋼板のEcを測定した結果が、図1として示してある。これによればα域での合計圧下率が増加するにつれてEcが向上していることがわかる。

【0022】従来の熱延鋼板のEcに対し10%以上確実に超えるレベルとして、向上の目標値をEc ≥ 240000 N/mm² とすれば、上述の本発明で定める組成の鋼を用い、Ar₃点～550℃以上のα域における圧下率を60%以上とする必要がある。この場合圧下率の高い方とはくに制限はないが、高くなり過ぎるとEcの向上効果が飽和してくることや、熱間圧延機を用いる場合は高圧下には限界があるので、望ましいのは80%程度までである。なお、このようなα域の圧延は、板厚方向の組織の均一化のため、あるいは温度が低くなって変形抵抗が増した鋼の圧延を容易にするために、圧延潤滑油を用いるのが

好ましい。

【0023】このように、SiおよびAlの合計含有量の大きい鋼を用い、Ar₃点～550℃での圧延率を高くすることにより熱延鋼板のEcが向上する理由は、SiおよびAlの存在により、α相の高温域での結晶変形のすべり系が変化し、Ec向上に好ましい圧延集合組織が発達したためと考えられる。

【0024】

【実施例】

〔実施例1〕表1に示す鋼AおよびTのスラブを用い熱間圧延をおこなう際に、Ar₃点～550℃における圧下率を10～97%の範囲で変え、巻取り温度を580℃狙いとして3mm厚の鋼板に仕上げた。この圧延の際、途中で所定の温度を維持できなくなる場合が生じたので、ワークロールを電極としスタンド間で鋼板に直接通電することによって加熱している。また、Ar₃点以下での圧延には潤滑油を使用した。

【0025】これらの鋼板から、長さ方向が圧延方向に直角の、幅10mm、長さ120mmの試験片を切出し、横振動法により常温でのヤング率を測定した。

【0026】

【表1】

鋼 番 号	化 学 組 成 (%) (残部: Feおよび不可避免の不純物)									S i + Sol. A l	A r ₃ 温 度 (℃)	備 考
	C	S i	M n	P	S	Sol. A l	N	T i	そ の 他			
A	0.008	0.62	0.15	0.009	0.006	0.041	0.0029	0.027		0.66	879	本 発 明 例
B	0.016	1.35	0.52	0.010	0.012	0.032	0.0036	0.032		1.38	892	
C	0.008	0.28	0.33	0.008	0.009	1.25	0.0030	0.050		1.51	910	
D	0.005	0.37	0.10	0.009	0.011	0.53	0.0037	0.038		0.90	915	
E	0.003	0.72	0.21	0.012	0.010	0.48	0.0043	0.029		1.20	898	
F	0.028	0.28	0.13	0.016	0.005	0.15	0.0026	-		0.43	887	
G	0.003	0.83	0.37	0.012	0.013	0.053	0.0038	0.063	B=0.0009	0.88	862	
H	0.006	1.50	0.26	0.008	0.010	0.043	0.0033	0.036	Nb=0.005	1.54	905	
I	0.005	0.52	0.09	0.010	0.009	0.13	0.0028	0.073	V=0.018	0.65	895	
J	0.012	0.91	0.38	0.009	0.007	0.065	0.0030	0.116	Mo=0.08	0.98	880	
K	0.014	0.23	0.15	0.006	0.008	0.35	0.0025	-	Zr=0.010	0.58	912	
L	0.002	1.15	0.10	0.010	0.010	0.12	0.0035	0.032	Cr=0.20	1.27	903	
M	0.006	0.66	0.21	0.008	0.013	0.25	0.0031	0.061	Nb=0.010, V=0.015	0.91	913	
N	0.012	0.03	0.11	0.010	0.010	1.03	0.0028	0.086	Mo=0.09, Zr=0.010	1.08	921	
O	0.025	0.27	0.30	0.016	0.006	0.32	0.0026	-	V=0.016, Mo=0.07, Zr=0.01	0.59	910	
P	0.005	1.01	0.15	0.011	0.008	0.043	0.0038	0.058	B=0.0008, Nb=0.009, Mo=1.10	1.05	876	
Q	0.003	0.53	0.13	0.007	0.010	0.055	0.0033	0.036	B=0.004, V=0.020, Zr=0.011	0.59	862	
R	0.005	0.82	0.10	0.013	0.005	0.061	0.0030	0.077	B=0.003, V=0.025, Mo=0.09, Cr=0.10	0.88	869	
S	0.12 *	0.83	0.33	0.011	0.009	0.041	0.0028	0.085		0.87	845	比 較 例
T	0.009	0.22	0.18	0.008	0.014	0.036	0.0035	0.062	V=0.022	0.26 *	873	
U	0.023	0.01	0.25	0.013	0.010	0.21	0.0033	0.105		0.22 *	885	
V	0.003	0.68	1.53*	0.010	0.011	0.050	0.0029	0.036	Nb=0.010, Mo=0.07	0.73	855	

注) *: 本発明で規定する範囲を外れていることを示す。

【0027】図1に、Ar₃点～550℃の範囲内における合計圧下率に対する、得られた鋼板のEcの値の測定結果を示す。この図からわかるように、鋼Aおよび鋼Tは、いずれも圧下率増加と共にEcが大きくなっている。そして、化学組成が本発明で定める範囲内の鋼Aでは、合計圧下率が60%を超えるあたりから目標とした240000 N/mm²以上のEc鋼板が得られることがわかる。しかし、本発明範囲外の鋼Tでは、圧下率を大きくしても目標値には到達しない。

【0028】〔実施例2〕表1に示す化学組成のBからVまでの鋼の厚さ200mmのスラブを用い、熱間圧延して3mm厚の熱延鋼板とした。その圧延の際のAr₃点～550℃の温度範囲における合計の圧下率および巻取り温度は表2に示すように選んだ。温度降下によりこの温度範囲の圧延ができなくなる場合、あるいは、この温度範囲であっても変形抵抗の増加により圧延が困難になる場合は、ワークロールを電極としてスタンド間で鋼板に直接通電することにより加熱した。得られた鋼板について、

圧延方向に平行に取った試験片による引張り試験、および実施例1と同じく圧延方向に直角に取った試験片によるヤング率の測定をおこなった。

【0029】結果を表2に合せて示すが、試験番号1～17の、化学組成および熱間圧延条件を本発明で定める範囲にして製造された鋼板は、いずれもすぐれた圧延直角方向のヤング率を示している。これに対し、試験番号18

は化学組成は本発明範囲内であるが、熱間圧延の条件が本発明で規定する範囲外であり、そして、試験番号19から22は化学組成が本発明範囲外で、いずれも圧延直角方向のヤング率は一般の熱延鋼板の域をでていない。

【0030】

【表2】

表 2

試験番号	鋼番号	熱間圧延条件		熱延鋼板の特性			摘要
		A _{r3} ～550℃の圧下率(%)	巻取温度(℃)	降伏点(N/mm ²)	引張強さ(N/mm ²)	圧延直角方向ヤング率(E _c)(N/mm ²)	
1	B	85	580	327	436	246000	本発明例
2	C	92	660	286	358	245000	
3	D	95	580	311	385	248000	
4	F	87	550	322	429	249000	
5	E	80	580	355	473	246000	
6	G	88	530	379	506	245000	
7	H	90	650	252	336	247000	
8	I	93	580	315	390	246000	
9	J	90	600	411	561	248000	
10	K	87	580	372	498	245000	
11	L	85	600	326	436	250000	
12	M	89	630	336	448	248000	
13	N	92	580	345	461	246000	
14	O	88	660	230	327	246000	
15	P	85	580	366	486	247000	
16	Q	90	800	327	435	247000	
17	R	93	600	330	441	248000	
18	P	50*	580	358	478	222000	比較例
19	S*	85	630	389	520	223000	
20	T*	90	650	186	338	216000	
21	U*	92	600	335	455	220000	
22	V*	88	620	297	396	218000	

注) *: 本発明で規定する範囲を外れていることを示す。

【0031】

【発明の効果】本発明の製造方法によれば、圧延に対して直角方向のヤング率が従来のものよりもはるかにすぐれた熱延鋼板を、安定して製造することができる。このような熱延鋼板は、とくに自動車、家電製品、建設用機械、鋼構造物等に適用すれば、その剛性を維持したまま

板厚低減が可能となり、軽量化が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】熱間圧延のA_{r3}点未満～550℃の温度範囲での合計圧下率と、熱延鋼板の圧延に対し直角方向のヤング率(E_c)との関係を示す図である。

【図1】

